

PEMILIHAN TIPE PONDASI DALAM BERDASARKAN LOKASI DAN BIAYA TOTAL STRUKTUR PONDASI UNTUK BANGUNAN 4 LANTAI

Gati Sri Utami (Staf Pengajar T.Sipil ITATS)

Hendro Laksono (Mahasiswa T.Sipil ITATS)

ABSTRACT

All construction engineered to convergent at soil have to be supported by foundation. In planning an foundation for all building have to be paid attention the point bearing capacity, settlement of pile and economic expense.

At writing of this paper is we compare deep pile foundation and bore pile foundation representing two deep foundation alternative for building 4 floor by paying attention insuffiencys and excesss from two pile foundation type

From result of analysis for the location of Jl. Panglima Sudirman, Jl. Menanggalf and Jl. Sukolilo hence got result optimum condition to be evaluated from budget facet, that bore pile foundationl more economic the expense of its execution compared to by deep pile foundation, the expense of difference equal to $\pm 48,5\%$.

Key words : *Deep pile Foundation, bore pile foundation, optimum, budget*

ABSTRAK

Semua konstruksi yang direkayasa untuk bertumpu pada tanah harus didukung oleh suatu pondasi. Dalam merencanakan suatu pondasi untuk semua bangunan harus diperhatikan daya dukung tanah, penurunan dan biaya yang ekonomis.

Pada penulisan skripsi ini kami membandingkan pondasi tiang pancang dan pondasi tiang bor yang merupakan 2 alternatif pondasi dalam untuk gedung 4 lantai dengan memperhatikan kelebihan-kelebihan dan kekurangan-kekurangan dari dua type pondasi tiang tersebut

Dari hasil analisa untuk lokasi Jl. Panglima Sudirman, Jl. Menanggal dan Jl. Sukolilo maka didapatkan hasil kondisi optimum ditinjau dari segi anggaran biaya, bahwa pondasi tiang bor lebih ekonomis biaya pelaksanaannya dibandingkan oleh pondasi tiang pancang, selisih biayanya $\pm 48,5\%$.

Kata Kunci : Pondasi tiang pancang, pondasi tiang bor, optimum, anggaran biaya

PENDAHULUAN

Pembangunan gedung perkantoran yang sering kita jumpai di Surabaya didirikan menggunakan sistim gedung bertingkat disebabkan karena lahan di Surabaya sudah mulai semakin sempit.

Pada saat ini pondasi yang sering digunakan untuk bangunan lantai 4 ke atas menggunakan struktur pondasi dalam contohnya pondasi tiang pancang dan pondasi tiang bor. Pemilihan jenis pondasi yang akan di pergunakan harus dipertimbangkan dari segi persyaratan keamanan dan biaya yang ekonomis. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan gambaran yang jelas sehingga dapat dipertimbangkan saat perencanaaan.

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas permasalahannya adalah Bagaimana merencanakan suatu type pondasi dalam yang efisien dan ekonomis dipakai di lokasi tertentu untuk bangunan gedung bertingkat .

Tujuan dari penulisan makalah ini, untuk mengetahui type pondasi dalam yang aman dan ekonomis dengan mempertimbangkan daya dukung pondasi, sesuai dengan lokasi dan biaya total pelaksanaan..

Data-Data Perencanaan

- Jenis bangunan : Perkantoran
- Jumlah lantai : 4 Lantai
- Lokasi : Jl. Panglima Sudirman, Jl. Menanggal dan Jl. Sukolilo Surabaya.

- Data tanah : Soundir, Boring dan SPT
- Jenis struktur gedung : Beton bertulang
- Jenis pondasi : Pondasi tiang bor dan Pondasi tiang pancang
- Mutu bahan : $f_y = 400 \text{ Mpa}$ dan $f_c = 30 \text{ Mpa}$

TINJAUAN PUSTAKA

Pertimbangan Pemilihan Pondasi

Pemilihan jenis pondasi yang sesuai untuk bangunan tergantung dari

- a) Fungsi dari struktur bangunan yang akan dipikul oleh pondasi.
- b) Besarnya beban yang ditumpu pondasi dari bangunan atas.
- c) Keadaan tanah dimana bangunan tersebut akan didirikan.
- d) Biaya yang ekonomis dari pondasi.

Pada makalah ini kami membandingkan pondasi tiang pancang dan pondasi tiang bor yang merupakan 2 alternatif pondasi dalam dengan memperhatikan kelebihan-kelebihan dan kekurangan-kekurangan dari dua type pondasi tiang tersebut, sehingga dapat ditentukan alternatif dalam perencanaan pondasi tiang yang menguntungkan semua pihak.

Daya Dukung Tanah

Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang

Penentuan daya dukung tiang statis dapat diperoleh dari test-test tanah di

PEMILIHAN TIPE PONDASI DALAM BERDASARKAN BIAYA dan LOKASI
(Gati Sri Utami & Hendro Laksono)

laboratorium (dengan menggunakan parameter-parameter tanah ϕ , γ , c yang didapat) atau dari penyelidikan tanah dilapangan seperti Sondir, Boring dan SPT. Langkah-langkah perhitungan daya dukung tiang pancang dengan hasil SPT :

1. Dari hasil SPT yang memberikan data-data dalam bentuk grafik hubungan antara jumlah pukulan (N) dan kedalaman dilengkapi dengan tebal dan jenis lapisan tanahnya

2. Kekuatan bahan yaitu daya dukung penampungan tiang dalam menerima beban.

$$Q = \frac{Ap \cdot f_c'}{SF}$$

3. Dengan menggunakan grafik tersebut dapat ditentukan kedalaman dari lapisan pendukung yang baik dengan ketentuan:

- lapisan pasir harga SPT > 35
 - lapisan lempung harga SPT > 15 s/d 20
- Mayerhof mengkorelasikan kombinasi kekuatan ujung dan geseran pada satu tiang dengan hasil SPT dengan perumusan :

$$Q_{ult \text{ (1 tiang) }} = 4 \times N_p \times A + \frac{\bar{N} \times \phi}{B}$$

B = 50 untuk gesekan maximum satuan 1 t/ft², 100 gesekan maximum satuan 0,5 t/ft²

4. Menghitung Effisiensi
Berdasarkan Converse-Labarre :

$$\eta = 1 - \arctg \frac{D}{S} \left[\frac{(n-1)m + (m-1)}{90.m.n} \right]$$

Sehingga daya dukung ijin tiang dalam kelompok adalah :

$$Q_{ult} = \eta \cdot Q_{ult \text{ (1 tiang) }}$$

5. Menghitung Kontrol Kekuatan

$$P_i = \frac{V_o}{n} \pm \frac{M_{xo} \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n Y_i^2} \pm \frac{M_{yo} \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n X_i^2} \leq Q_{ult}$$

$P_{\max} \leq \bar{Q}_{ult}$, sehingga kekuatan tiang aman.

Daya Dukung Pondasi Tiang Bor

Perhitungan dalam merencanakan pondasi tiang bor :

1. Penentuan diameter tiang bor.

$$A = \frac{Q_w}{f_c} = \frac{Q_w}{0.25 \cdot f_c}$$

$$\frac{1}{4} \pi D S^2 = \frac{Q_w}{0.25 \cdot f_c} \quad D_s = 2,257 \sqrt{\frac{Q_w}{f_s}}$$

2. Menghitung daya dukung tiang bor

Daya dukung dihitung dengan rumus :

$$Q_u = Q_e + Q_f$$

$$\bar{Q} = \frac{Q_u}{SF}$$

SF = Angka keamanan (2 – 3)

- **Daya dukung untuk jenis tanah pasir**

$$Q_e = A_p \cdot q^* (N_q^* - 1)$$

$$Q_f = \pi D_s (1 - \sin Q) \int_0^L \sigma_v \tan \delta \, dz$$

$$\delta = (2/3 \text{ s/d } 1) \varphi$$

$$N_q^* = f(\varphi) \Rightarrow \text{grafik tergantung dari } \varphi$$

(Braja M Das, hal 532)

$$q' = \gamma \cdot h \text{ (tegangan efektif vertikal)}$$

- **Daya dukung untuk jenis tanah lempung:**

$$Q_e = A_p \cdot C_u \cdot N_c^* \quad Q_f = \sum_{i=0}^{i=L} \alpha^* \cdot C_u \cdot p \cdot \Delta l$$

$$N_c^* = 9, \quad \alpha^* = 0,35 \text{ s/d } 0,60 \text{ diambil } 0,4$$

Perhitungan Penurunan

Penurunan Pondasi Tiang Pancang

Secara umum settlement (penurunan) pada tanah dapat dibagi dalam 3 bagian yaitu :

- **Penurunan segera**

$$S_g = \frac{0,92 \cdot q \sqrt{B_g} \cdot I}{N_{cor}}$$

$$q = \frac{Q_g}{(B_g \times L_g)} \quad I = 1 - \frac{L}{8 \cdot B_g}$$

$$I = \text{Influence factor} \geq 0,5$$

- **Penurunan konsolidasi**

Beban mulai disebarakan pada kedalaman $2/3L$, yang mana L adalah kedalaman tiang pancang kelompok, perbandingan penyebaran tegangan 2V:1H dengan sudut penyebaran 30° , dasar Perhitungan dengan cara metode analisa sederhana:

1. Menentukan penambahan tegangan efektif pada lapisan yang ditinjau pada kedalaman z dengan rumus :

2.

$$\delta \sigma_v' = \frac{P}{(Bg + z)(Lg + z)}$$

Z = kedalaman pada titik yang ditinjau pada kedalaman $2/3L$ sampai kedasar.

2. Untuk tanah normal consolidated dirumuskan sebagai berikut :

$$S_c = C_c \frac{H_o}{1 + e_o} \log \frac{\sigma_v o' + \delta \sigma_v}{\sigma_v o'}$$

Penurunan Pondasi Tiang Bor

Penurunan pondasi tiang bor menggunakan penurunan tiang tunggal

$$S_t = S_1 + S_2 + S_3$$

- **Penurunan S_1**

Jika material diassumsikan elastis, maka penurunan dari pile shaft

$$S_1 = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_s \cdot E_m}$$

PEMILIHAN TIPE PONDASI DALAM BERDASARKAN BIAYA dan LOKASI
(Gati Sri Utami & Hendro Laksono)

ξ = Nilainya ditentukan dari bentuk distribusi unit friction

$\xi = 0,5 \Rightarrow$ untuk tanah lempung

$\xi = 0,5 \Rightarrow$ untuk tanah campur

$\xi = 0,67 \Rightarrow$ untuk tanah pasir

- **Penurunan S_2**

Penurunan tiang yang disebabkan oleh beban yang diterima diujung tiang yang diberikan dalam bentuk serupa dengan pondasi dangkal sebagai berikut :

$$S_2 = \frac{q_{wp} \cdot D_b}{E_s} (1 - \mu_s) \cdot I_{wp}$$

Dimana :

$$Q_{wp} = \frac{Q_{wp}}{A_p}$$

$$E_s = 3000 \text{ t/m}^2$$

$$I_{wp} = 0,88 \Rightarrow \text{Braja M. Das}$$

$$\mu_s = \text{Angka poisson (0,3)}$$

- **Penurunan dari penjalaran beban sepanjang selimut tiang (S_3)**

$$S_3 = \left(\frac{Q_{wp}}{p \cdot L} \right) \frac{D}{S} (1 - \mu_s^2) I_{ws}$$

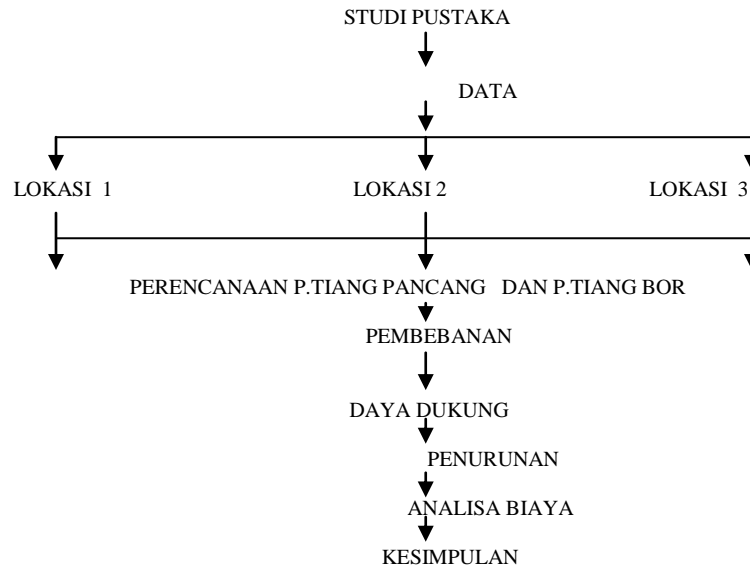
$$I_{ws} = 2 + 0,35 \sqrt{\frac{L}{D}}$$

Perhitungan Anggaran Biaya Pondasi

Perhitungan analisa anggaran biaya yang diperlukan pada tiap-tiap pondasi, menggunakan analisa BOW. Sedangkan standart harga dan upah gaji dipakai dari Dinas Cipta Karya untuk daerah Surabaya tahun anggaran 2004,. untuk harga dari pondasi tiang pancang berasal dari P.T HUME SAKTI INDONESIA dan juga penyewaan alat untuk pemancangan dan pengeboran dari P.T TENO INDONESIA.

METODOLOGI

Bagan alir diagram metodologi penulisan makalah



PERENCANAAN PONDASI

Dari hasil program STAAD III :

Portal melintang terletak pada joint 3:

$$V_x = 38,919 \text{ t}$$

$$M_x = 33,29 \text{ tm}$$

$$H_x = 11,08 \text{ t}$$

Portal memanjang terletak pada joint 2:

$$V_y = 54,31 \text{ t}$$

$$M_y = 26,15 \text{ tm}$$

$$H_y = 6,872 \text{ t}$$

Perhitungan Pondasi Tiang Pancang Dan Pondasi Tiang Bor

Dalam perencanaan pondasi tiang pancang dan tiang bor tersebut dengan cara coba-coba sehingga akan didapat yang optimum dan untuk mempercepat perhitungan digunakan program excel. Untuk lebih jelasnya dalam perencanaan ini kami tampilkan perhitungan untuk lokasi 1, sedangkan untuk lokasi lainnya hanya hasilnya saja dan semuanya untuk nilai yang optimum.

Perencanaan Daya Dukung Tanah

- Perencanaan tiang pancang lokasi 1
Direncanakan dimensi tiang $\emptyset = 40 \text{ cm}$ dengan kedalaman 23 m.

PEMILIHAN TIPE PONDASI DALAM BERDASARKAN BIAYA dan LOKASI
(Gati Sri Utami & Hendro Laksono)

Tabel 1. Data tanah dari hasil SPT

Kedalaman (m)	SPT(blovs/ft)
12	1
13	1
14	1
15	2
16	2
17	3
18	3
19	6
20	10
21	12
22	20
23	25
$\Sigma = 86 \text{ blows/ft}$	

$$\bar{N} = \frac{86}{12} = 7,17$$

$N_p = 25$ (hasil SPT kedalaman 23 m)

$$\phi = \pi \times d \times L = \pi \times 0,4 \times 23 = 28,89 \text{ m}$$

$$A_p = \pi \times r^2 = \pi \times 0,2^2 = 0,13 \text{ m}^2 = 1,4 \text{ ft}^2$$

$$\text{Quit (1 tiang)} = 4 \times N_p \times A_p + \frac{\bar{N} \times \phi}{B}$$

$$= 4 \times 25 \times 1,4 + \frac{7,17 \times 94,71}{50}$$

$$= 153,58 \text{ t dalam ft} = 46,84 \text{ t dalam m}$$

- Kekuatan bahan

$$Q = \frac{A_p \cdot f_c'}{SF} =$$

$$\frac{1/4,3,14,40^2 \times 300}{2} = 188400 \text{ kg} = 188,4 \text{ t}$$

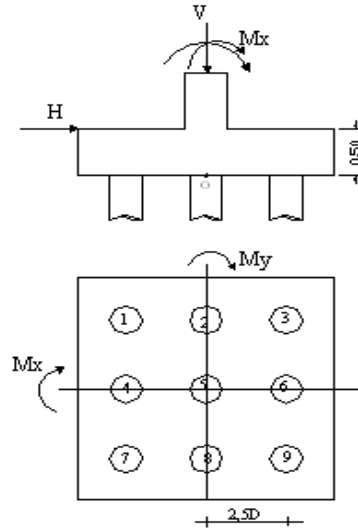
$$M_{xo} = 33,29 + 11,08 \times 0,8 = 42,154 \text{ tm}$$

$$M_{yo} = 26,152 + 6,827 \times 0,8 = 31,614 \text{ tm}$$

$$V = 38,919 + 54,31$$

$$= 93,23 - (0,5 \times 0,5 \times 2,4 \times 4) = 90,83 \text{ t}$$

Direncanakan 9 titik tiang pancang :



Gambar 1. Penempatan Tiang Pancang

$$m = 3 \quad n = 3 \quad S = 2,5 \times 0,4 = 1$$

$$W_{\text{poor}} = 0,8 \times 3,2 \times 3,2 \times 2,4 = 19,66 \text{ ton}$$

$$V = 90,83 + 19,66 = 110,49$$

$$P_{\text{maks}} = \frac{110,49}{9} + \frac{42,154 \times 1}{6} + \frac{31,614 \times 1}{6} = 24,58 \text{ t}$$

$$\eta = 1 - \arctg \frac{0,4}{1} \left[\frac{(3-1).3 + (3-1).3}{90.3.3} \right]$$

$$= 0,68$$

Daya dukung tiang dalam kelompok

$$= 0,68 \times 46,84 = 31,85 \text{ t} > P_{\text{max}} = 24,58 \text{ t. (ok)}$$

PEMILIHAN TIPE PONDASI DALAM BERDASARKAN BIAYA dan LOKASI
(Gati Sri Utami & Hendro Laksono)

▪ **Perencanaan Poer**

Dimensi Poer 3,2 x 3,2 x 0,8 m³

Tulangan yang digunakan arah X dan Y

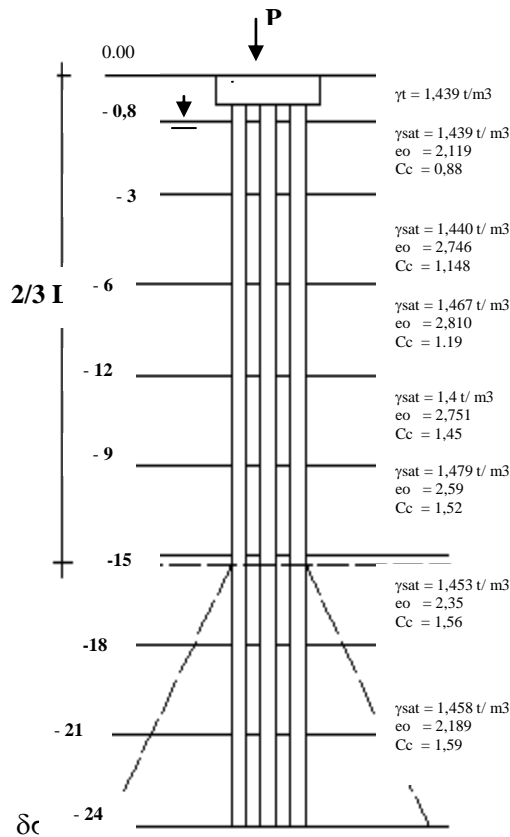
As = D19 – 110; As' = D19 – 250

Penurunan Tiang Pancang

Gambar 2. Penurunan Tiang Pancang di

Lokasi 1 L= 23 m

Penyebaran tegangan kedalam 2/3L



$$\frac{P}{(Bg + Z)(Lg + Z)} = \frac{90,83}{(2,4 + 1,34)(2,4 + 1,34)}$$

$$= 6,5 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_v' = 1,1512 + 0,966 + 1,32 + 1,401 + 1,2$$

$$+ 1,44 + 0,76 = 8,24 \text{ t/m}^2$$

$$S_1 = 1,56 \cdot \frac{2,67}{1 + 2,35} \log \frac{8,24 + 6,5}{8,24}$$

$$= 0,31 \text{ m} = 31 \text{ cm}$$

• **Lapis II**

$$\delta \sigma_v = \frac{P}{(Bg + Z)(Lg + Z)} = \frac{90,83}{(2,4 + 4,17)(2,4 + 4,17)}$$

$$= 2,1 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_v' = 1,1512 + 0,966 + 1,32 + 1,401 + 1,2$$

$$+ 1,44 + (1,453 - 1) \cdot 3 + (1,458 - 1) \cdot 1,5$$

$$= 9,524 \text{ t/m}^2$$

$$S_2 = 1,59 \cdot \frac{3}{1 + 2,189} \log \frac{9,524 + 2,1}{9,524} = 0,12 \text{ m}$$

$$S_{\text{total}} = S_1 + S_2 = 31 + 12 = 43 \text{ cm}$$

Perhitungan Pondasi Tiang Bor

Perencanaan Daya Dukung Tanah

Daya dukung tiang bor lokasi 1

$$A = \frac{Q_w}{f_c} \quad \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_s^2 = \frac{Q_w}{0,25 \cdot f_c} \rightarrow$$

$$D_s = 2,257 \sqrt{\frac{90,03}{3000}} = 0,4 \text{ m dipakai min}$$

$$D_s = 1 \text{ m } D_b = 3 \cdot D_s = 3 \times 1 = 3 \text{ m}$$

Direncanakan kedalaman 19 m

Gambar 3. Penampang lapisan tanah lokasi I

		+ 0.00
↓	$\gamma_t = 1.439 \text{ t/m}^3$	
	$C_u = 0,8 \text{ t/m}^2$	-0.80
	$\phi = 0$	
	$\gamma_{\text{sat}} = 1.439 \text{ t/m}^3$	- 3
	$C_u = 1 \text{ t/m}^2$	
	$\phi = 0$	
	$\gamma_{\text{sat}} = 1.44 \text{ t/m}^3$	- 5
	$C_u = 0,7 \text{ t/m}^2$	
	$\phi = 0$	
	$\gamma_{\text{sat}} = 1.467 \text{ t/m}^3$	- 8
	$C_u = 1 \text{ t/m}^2$	
	$\phi = 0$	
	$\gamma_{\text{sat}} = 1.4 \text{ t/m}^3$	- 12
	$C_u = 1.2 \text{ t/m}^2$	
	$\phi = 0$	
	$\gamma_{\text{sat}} = 1.479 \text{ t/m}^3$	- 15
	$C_u = 1.6 \text{ t/m}^2$	
	$\phi = 0$	
	$\gamma_{\text{sat}} = 1.453 \text{ t/m}^3$	- 18
	$C_u = 2.65 \text{ t/m}^2$	
	$\phi = 0$	
	$\gamma_{\text{sat}} = 1.458 \text{ t/m}^3$	- 21

- Daya dukung diujung tiang (Q_e) → Lempung

$$Q_e = A_p \cdot C_u \cdot N_c^* \rightarrow N_c^* = 9$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_b^2 \cdot C_u \cdot 9 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 3^2 \cdot 2,65 \cdot 9 = 168,5 \text{ t}$$

- Daya dukung selimut tiang (Q_f)
 $Q_{f1} = \alpha^* \cdot C_u \cdot P \cdot \Delta \rightarrow \text{Lempung } \alpha^* = 0,4$

$$= 0,4 \cdot 0,8 \cdot \pi \cdot 1,3 = 3,01$$

$$Q_{f2} = 0,4 \cdot 1 \cdot \pi \cdot 1,3 = 3,77$$

$$Q_{f3} = 0,4 \cdot 0,7 \cdot \pi \cdot 1,3 = 2,64$$

$$Q_{f4} = 0,4 \cdot 1 \cdot \pi \cdot 1,3 = 3,77$$

$$Q_{f5} = 0,4 \cdot 1,2 \cdot \pi \cdot 1,3 = 4,5$$

$$Q_{f6} = 0,4 \cdot 1,6 \cdot \pi \cdot 1,3 = 6,03$$

$$Q_{f7} = 0,4 \cdot 2,65 \cdot \pi \cdot 1,1 = 3,33$$

$$Q_u = 168,5 + 27,05 = 195,55$$

$$Q = \frac{195,55}{2} = 97,78 \text{ t} > Q_w = 90,83 \text{ t (ok)}$$

Perencanaan Penurunan Tiang Bor

➤ Penurunan Tiang Bor di Lokasi 1

$$E_p = 2,1 \cdot 10^6 \text{ t/m}^2$$

$$L = 19 \text{ m}$$

$$Q_{wp} = (90,83 - 27,05) = 77,3 \text{ t}$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_s^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 1^2 = 0,79 \text{ m}^2$$

$$S_1 = \frac{(77,3 + (0,5) \cdot 27,05) \cdot 19}{0,79 \cdot 2,1 \cdot 10^6} = 0,001 \text{ m}$$

$$w_p = \frac{Q_{wp}}{A_p} = \frac{77,3}{0,79} = 97,85$$

$$E_s = 30.000 \text{ KN/m}^2 = 3000 \text{ t/m}^2$$

$$S_2 = \frac{97,85 \times 3}{3000} (1 - 0,3) \cdot 0,88$$

$$= 0,06 \text{ m} = 6 \text{ cm}$$

$$S_3 = \left(\frac{Q_{wp}}{P \cdot L} \right) \frac{D}{E_s} (1 - \mu^2) I_{ws}$$

$$I_{ws} = 2 + 0,35 \sqrt{\frac{19}{1}} = 3,53$$

$$P = \pi \cdot d \cdot L = \pi \cdot 1 \cdot 19 = 59,66 \text{ m}$$

$$S_3 = \left(\frac{77,3}{59,66 \cdot 19} \right) \frac{1}{3000} (1 - 0,3^2) \cdot 3,53$$

$$= 0,00007 \text{ m} = 0,007 \text{ cm}$$

$$S_t = S_1 + S_2 + S_3 = 0,1 + 6 + 0,007$$

$$= 6,11 \text{ cm}$$

Tabel 2. Perhitungan Rencana Anggaran Borongan

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOL	HARGA SAT.	JML. TOTAL
1	2	3	4	5	6
I	LOKASI 1				
	PONDASI TIANG PANCANG				
	<u>PEK.PEMANCANGAN :</u>				
1	Pemancangan Tiang	m'	4,140.00	166,800	690,552,000
2	Mobilisasi	unit	1.00	4,000,000	4,000,000
II	<u>PEKERJAAN TANAH :</u>				
1	Galian Tanah Poer	m3	204.48	10,400	2,126,592
2	Urugan Pasir Poer	m3	20.48	79,700	1,632,256
III.	<u>PEKERJAAN BETON :</u>				
1	Rabatan Poer	m3	20.48	321,589	6,586,143
2	Begesting	m2	256.00	112,720	28,856,320
3	Poer	m3	163.84	1,491,838	244,422,738
				Jumlah	978,176,049
I	PONDASI TIANG BOR				
	<u>PEK.PENGEBORAN :</u>				
1	Pengeboran	m'	380.00	150,000	57,000,000

2	Mobilisasi	unit	1.00	5,000,000	5,000,000
II	<u>PEKERJAAN TANAH :</u>				
1	Galian Tanah Poer	m3	45.38	10,400	471,952
2	Urugan Pasir Poer	m3	6.48	79,700	516,456
III.	<u>PEKERJAAN BETON :</u>				
1	Rabatan Poer	m3	6.48	321,589	2,083,897
2	Begesting	m2	89.60	112,720	10,099,712
3	Poer	m3	32.40	1,491,838	48,335,551
4	Tiang Bor	m3	368.95	1,310,656	483,566,531
				Jumlah	607,074,099

Tabel 3. Data tanah dari hasil SPT

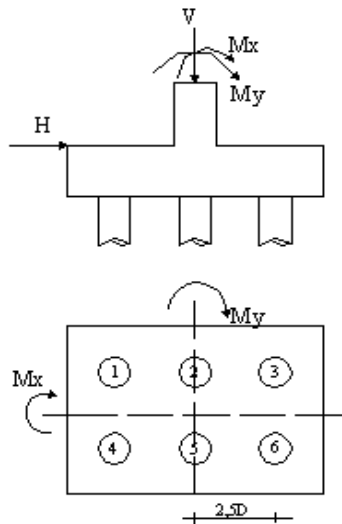
Kedalaman (m)	SPT(blovs/ft)
3	2
4	2
5	2
6	2
7	2
8	3
9	3
10	3
11	3
12	4
13	8
14	9
15	11
6	12
17	13
18	20
19	25
20	36
$\Sigma = 160$ blows/ft	

Perencanaan tiang pancang di lokasi 2

1. Dimensi tiang pancang \varnothing 40 cm sebanyak 6 buah disatu titik dengan kedalaman 20 m.
2. Daya dukung = 47,48t > Pmax 39,34 t
3. Dimensi Poer 3,2 x 2,2 x 0,8 m³
Tulangan arah X dan Y
As = D19 – 110; As' = D19 – 250

Penurunan tiang pancang di lokasi 2

4. S_t = 18 cm



Gambar 3. Tiang Pancang Lokasi 2

Perencanaan tiang bor lokasi 2

	+ 0.00
$\gamma_t = 1.658 \text{ t/m}^3$	
	- 0.8
$C_u = 1.5 \text{ t/m}^2$ $\phi = 0$ $\gamma_{\text{sat}} = 1.658 \text{ t/m}^3$	
	- 3
$\phi = 10^\circ$ $\gamma_{\text{sat}} = 1.638 \text{ t/m}^3$	
	- 6
$\phi = 8^\circ$ $\gamma_{\text{sat}} = 1.459 \text{ t/m}^3$	
	- 9
$\phi = 11^\circ$ $\gamma_{\text{sat}} = 1.521 \text{ t/m}^3$	
	- 12
$C_u = 7.4 \text{ t/m}^2$ $\gamma_{\text{sat}} = 1.755 \text{ t/m}^3$	
	- 15
$C_u = 8.2 \text{ t/m}^2$ $\gamma_{\text{sat}} = 1.689 \text{ t/m}^3$	
	- 18

Gambar 4. Penampang lapisan tanah lokasi 2

1. Pondasi Tiang Bor : diameter tiang 0,76 m dengan kedalaman 15 m
2. Daya dukung = 91,36 t > $Q_w = 90,83 \text{ t}$
3. Dimensi poer 1,6 x 1,6 x 0,5 m dipakai tulangan $A_s = D19-190$ $A_s' = D19-250$

Penurunan Tiang Bor Lokasi 2

4. $S_t = 4,21 \text{ cm}$

Besarnya anggaran biaya

1. Pondasi Tiang Pancang
: Rp. 624.942.621
2. Pondasi Tiang bor
: Rp. 287.768.830

Perencanaan tiang pancang di lokasi 3**Tabel 4. Data tanah dari hasil SPT**


Kedalaman (m)	SPT(blovs/ft)
3	3
4	2
5	2
6	2
7	4
8	6
9	7
10	22
11	36
12	51
$\Sigma = 135$ blovs/ft	

1. Dimensi tiang pancang \varnothing 40 cm sebanyak 6 buah disatu titik dengan susunan letaki tiang pancang seperti lokasi 2 dan kedalamannya 12 m.
2. Daya dukung = $63,33t > P_{max} = 39,34t$
3. Dimensi Poer $3,2 \times 2,2 \times 0,8 \text{ m}^3$
Tulangan arah X dan Y
 $A_s = D19 - 110$; $A_s' = D19 - 250$

Penurunan tiang pancang di lokasi 3

4. $S_t = 6 \text{ cm}$

Perencanaan tiang bor lokasi 3

		+ 0.00
	$\gamma_t = 1.618 \text{ t/m}^3$	- 0.80
	$C_u = 1.4 \text{ t/m}^2$ $\gamma_{sat} = 1.618 \text{ t/m}^3$	- 3
	$C_u = 0.9 \text{ t/m}^{20}$ $\gamma_{sat} = 1.503 \text{ t/m}^3$	- 6
	$\phi = 31^\circ$ $\gamma_{sat} = 1.518 \text{ t/m}^3$	- 9
	$\phi = 40^\circ$ $\gamma_{sat} = 1.541 \text{ t/m}^3$	- 12
	$\phi = 39^\circ$ $\gamma_{sat} = 1.677 \text{ t/m}^3$	- 15

Gambar 5. Penampang lapisan tanah lokasi 3

1. Pondasi Tiang Bor : diameter tiang 0,76 m dengan kedalaman 9 m
2. Daya dukung = $160,69t > Q_w = 90,83t$
3. Dimensi poer $1,6 \times 1,6 \times 0,5 \text{ m}$ Dipakai tulangan $A_s = D19-190$ $A_s' = D19-250$

Penurunan tiang bor lokasi 3

4. $S_t = 5,62 \text{ cm}$

Besarnya anggaran biaya

1. Pondasi Tiang Pancang
: Rp. 440.526.621
2. Pondasi Tiang bor
: Rp. 204.456.037

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa perencanaan pondasi tiang pancang dan tiang bor di lokasi Jl. Panglima Sudirman, Jl. Menanggal dan Jl. Sukolilo dapat disimpulkan :

1. Dalam merencanakan pondasi dilakukan dengan cara coba-coba sehingga didapatkan hasil yang optimum.
2. Dari hasil yang optimum besarnya penurunan dan anggaran biaya pelaksanaan pondasi tiang bor lebih kecil dibanding pondasi tiang pancang, selisihnya biaya pelaksanaannya sebesar untuk Jl. Panglima Sudirman Rp. 371.101.950, Jl. Menanggal sebesar Rp 337.173. 791 dan Jl. Sukolilo sebesar Rp. 236.070.584 atau $\pm 48,5\%$

SARAN

Untuk perencanaan pondasi dalam harus diperhatikan keadaan tanah lokasi tersebut, tanah yang tanah kerasnya tidak terlalu dalam lebih baik menggunakan tiang bor dan sebaliknya bila tanah keras terlalu dalam menggunakan tiang pancang.

DAFTAR PUSTAKA

- Braja M. DAS, *Principles of Foundation Engineering, Second Edition* Penerbit PWS-KENT Publishing Company, Boston 1985.
- Joseph E, Bowles, *Analisis Dan Desain Pondasi*, Penerbit Erlangga, Jakarta 1992.
- Sardjono HS, *Pondasi Tiang Pancang*, Penerbit Sinar Wijaya, Surabaya 1991